

Handbook of Electric Power Calculations

(Third Edition)

电力计算手册

(第三版)

[美] H.Wayne Beaty 主编

《电力计算手册》(第三版) 翻译组 译



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

Handbook of Electric Power Calculations

(Third Edition)

电力计算手册

(第三版)

[美] H.Wayne Beaty 主编

《电力计算手册》(第三版)翻译组 译



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本手册是 McGRAW-HILL 公司的 Handbook of Electric Power Calculations (第三版) 的中译本。

本书是一本关于电力工程的计算手册, 风格以实用为主, 包含了大量的算例和详尽的解答过程。全书共 20 章, 分别是: 网络基础分析、测量仪表、直流电动机和发电机、变压器、三相感应电动机、单相电动机、同步电机、电力生产、架空输电线路和地下电缆、电力网、电力系统潮流分析、电力系统控制、短路计算、系统接地、电力系统继电保护、电力系统稳定、热电联产、静态电池、电能经济分析方法、照明设计。

本书可作为电力技术人员的工具用书, 也可作为高等院校相关专业师生的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力计算手册: 第 3 版 / (美) 比特 (Beaty, H. W.) 著;
《电力计算手册: 第 3 版》翻译组译. —北京: 中国电力出版社, 2007

书名原文: Handbook of Electric Power Calculations

ISBN 978 - 7 - 5083 - 4398 - 3

I. 电 ... II. ①比 ... ②电 ... III. 电力计算-技术手册 IV. TM744 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 056845 号

北京市版权局著作权合同登记

图字: 01-2001-2242 号

Handbook of Electric Power Calculations (3e)

H. Wayne Beaty

ISBN 0-07-136298-3

Copyright ©2001 by the McGraw-Hill, Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and China Electric Power Press.

本书中文简体字翻译版由中国电力出版社和美国麦格劳-希尔教育 (亚洲) 出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 2 月第一版 2007 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 29.5 印张 671 千字

印数 0001—3000 册 定价 60.00 元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

本书翻译组成员名单

翻译：王伟胜（第7~9章，第12章，第17章，第19章）

董新洲（第2章，第4章，第13~15章，第18章）

陈默子（第3章，第5章，第6章）

刘长浥（第1章，第10章，第20章）

胡学浩（第11章，第16章）

审校：刘长浥

原 版 前 言

《电力计算手册》提供了电气工程中经常遇到的详细计算步骤。本手册涉及的主题十分广泛，每个主题都由相关领域的权威人士撰写。贯穿全书的主线是注重实用性，很少强调理论知识。

全书共 20 章，每章的安排方式为：

- 问题表述
- 计算步骤
- 说明计算步骤中包括适当的图表
- 采用国际单位制 (SI) 和 USCS

这种简单而全面的安排方式极大提高了本手册对工程师和技术人员的实用性，大部分问题的求解采用算术和代数方法，每章包含有相关的参考文献或图书目录。

感谢每位作者对本手册第三版所做出的贡献。

H. Wayne Beaty

译者前言

《电力计算手册》(第三版)的英文版出版于 2001 年,由北美地区有关大学和电力公司的一些教授和专家集体编写,是一本论述电气工程中常见问题计算的工具书,前两版的出版时间分别为 1984 年和 1997 年。

该书内容十分广泛,包括了电气工程中的许多实际问题。针对每个计算问题,均通过例题来详细叙述计算方法,具有概念清晰、步骤详细和实用性强等突出特点,非常适合于从事电力系统规划和运行的工程技术人员,同时也可作为高等院校电力专业师生的参考用书。

本书基本保留了英文版中有关变量和符号的规定,仅修改了个别变量和符号。另外,在翻译过程中,译者还对原版中的少量笔误进行了修正。

本书翻译工作的分工如下:第 7~9 章、第 12 章、第 17 章和第 19 章由中国电力科学研究院王伟胜翻译,第 2 章、第 4 章、第 13~15 章和第 18 章由清华大学董新洲翻译,第 3 章、第 5 章和第 6 章由中国电力科学研究院陈默子翻译,第 1 章、第 10 章和第 20 章由中国电力科学研究院刘长浔翻译,第 11 章和第 16 章由中国电力科学研究院胡学浩翻译。全书由刘长浔审校。

本书得到了中国电力科学研究院科技专著出版基本的资助,在此深表谢意。

限于译者水平,书中难免有错误和不妥之处,请读者批评指正。

本书翻译组

2006 年 12 月于北京

目 录

原版前言

译者前言

第 1 章 网络基础分析	1
第 2 章 测量仪表	29
第 3 章 直流电动机和发电机	42
第 4 章 变压器	62
第 5 章 三相感应电动机	83
第 6 章 单相电动机	109
第 7 章 同步电机	130
第 8 章 电力生产	147
第 9 章 架空输电线路和地下电缆	181
第 10 章 电力网	216
第 11 章 电力系统潮流分析	243
第 12 章 电力系统控制	257
第 13 章 短路计算	270
第 14 章 系统接地	302
第 15 章 电力系统继电保护	320

第 16 章 电力系统稳定	336
第 17 章 热电联产	368
第 18 章 静态电池	382
第 19 章 电力经济分析方法	415
第 20 章 照明设计	442

第 1 章

网 络 基 础 分 析

A. Wayne Galli, Ph. D.

Project Engineer

Newport News Shipbuilding

1.1	直流串并联网络分析	2
1.2	直流网络的支路电流法	5
1.3	直流网络的网孔法	6
1.4	直流网络的节点法	7
1.5	用叠加定理理解直流网络	8
1.6	用戴维南定理理解直流网络	9
1.7	用诺顿定理理解直流网络	11
1.8	平衡直流电桥网络	12
1.9	不平衡直流电桥网络	13
1.10	正弦波分析	14
1.11	方波分析	15
1.12	偏移波分析	16
1.13	由直流电压和交流电压组成的非正弦输入的电路响应	16
1.14	串联 RLC 电路的交流稳态分析	18
1.15	并联 RLC 电路的交流稳态分析	19
1.16	交流串并联网络分析	20
1.17	交流电路的功率分析	21
1.18	有功功率因数和无功功率因数分析	22
1.19	功率因数校正	23
1.20	交流回路的最大传输功率	24
1.21	平衡 Y-Y 系统分析	25
1.22	平衡 Δ - Δ 系统分析	26
1.23	积分电路对方波脉冲的响应	27
	参考文献	28

1.1 直流串并联网络分析

如图 1-1 所示,一直流电路含 19 个电阻。计算流过该电路每个电阻的电流及其电压降。

计算步骤

1. 标注电路

给所有电路段作出标注。标出通过每个电阻的电流方向 (图 1-2)。逐步使用串联电阻和并联电阻的合并规则可求出串并联电阻组合的等值电阻。

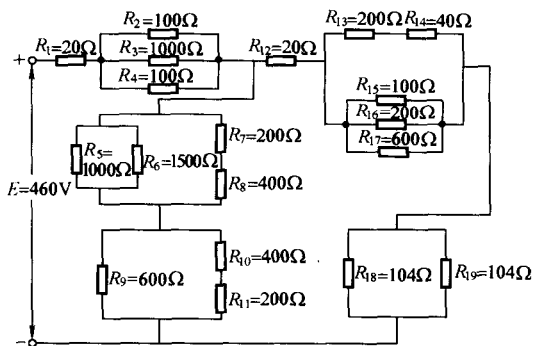


图 1-1 待分析的直流串并联电路

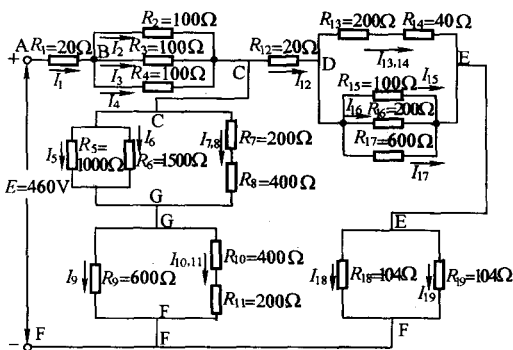


图 1-2 图 1-1 电路的标注

2. 合并所有串联电阻

串联回路中,从电源看去的总等值电阻 R_{EQS} 等于各电阻值之和:

$$R_{EQS} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_N。$$

计算各串联电路段 DE, CG 和 CF 的元件串联等值电阻:

$$R_{EQS} \text{ (DE 段)} = R_{13} + R_{14} = 200 + 40 = 240 \text{ (}\Omega\text{)},$$

$$R_{EQS} \text{ (CG 段)} = R_7 + R_8 = 200 + 400 = 600 \text{ (}\Omega\text{)},$$

$$R_{EQS} \text{ (CF 段)} = R_{10} + R_{11} = 400 + 200 = 600 \text{ (}\Omega\text{)}。$$

用等值电阻替换 DE, CG 和 CF 段的串联元件 (图 1-3)。

3. 合并所有并联电阻

两个大小不同电阻并联的电路,其总电阻,即等值电阻 R_{EQP} 可用如下“积除以和”的公式求得: $R_{EQP} = R_1 // R_2 = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$, 式中 $//$ 表示并联。等值并联电阻总是小于两电阻中较小的一个。

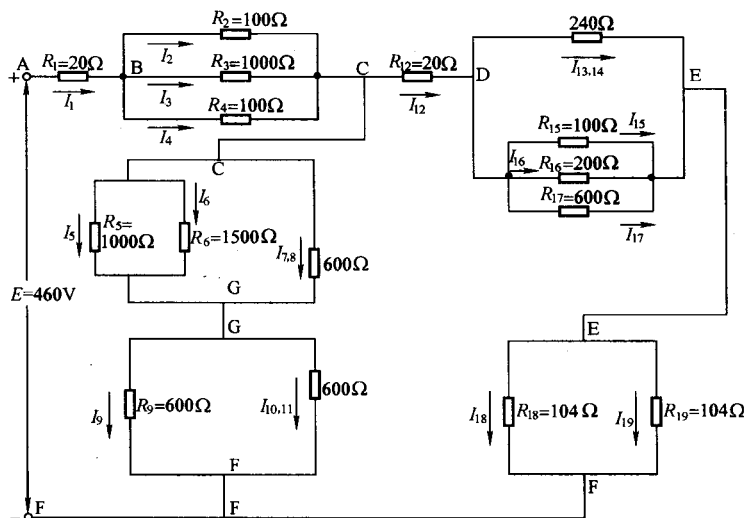


图 1-3 用等值电阻替换串联元件

对 CG 段, $R_5 // R_6 = (1000 \times 1500) / (1000 + 1500) = 600 (\Omega)$, 这里 CG 段含两个并联的 600Ω 电阻。如果一个回路有 N 个相同电阻并联, 则其总电阻, 即等值电阻 R_{EQP} 由下式确定: $R_{EQP} = R/N$, 式中 R 是每个并联电阻的阻值, N 是并联电阻的数量。对于 CG 段, $R_{CG} = 600/2 = 300 (\Omega)$; BC 段, $R_{BC} = 100/3 = 33 \frac{1}{3} (\Omega)$; EF 段, $R_{EF} = 104/2 = 52 (\Omega)$; GF 段, $R_{GF} = 600/2 = 300 (\Omega)$ 。

对于三个或更多大小不同电阻并联的电路, 其总电阻, 即等值电阻 R_{EQP} 等于各电阻阻值倒数之和的倒数:

$$R_{EQP} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_N}}$$

等值并联电阻总是小于各并联电阻中阻值最小的一个。

计算 DE 段并联各元件的等值电阻: $R_{15} // R_{16} // R_{17} = 1 / (1/100 + 1/200 + 1/600) = 60 (\Omega)$ 。计算 R_{DE} : $R_{DE} = 240 // 60 = (240 \times 60) / (240 + 60) = 48 (\Omega)$ 。将所有并联元件用它们的等值元件替换 (图 1-4)。

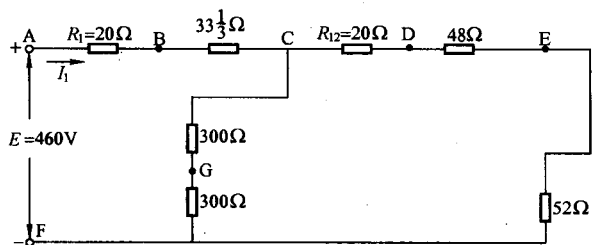


图 1-4 用等值元件替换并联元件

4. 合并剩余电阻得到总的等值电阻

将图 1-4 的等值电阻合并, 得到图 1-5 的简单串并联电路:

$$R_{AB} + R_{BC} = R_{AC} = R_{EQS} = 20 + 33 \frac{1}{3} = 53 \frac{1}{3} (\Omega),$$

$$R_{CG} + R_{CF} = R_{CF} = R_{EQS} = 300 + 300 = 600 (\Omega),$$

$$R_{CD} + R_{DE} + R_{EF} = R_{CF'} = R_{EQS} = 20 + 48 + 52 = 120 (\Omega)。$$

计算总的等值电阻 R_{EQT} , 得 $R_{EQT} = 53 \frac{1}{3} + (600 // 120) = 153 \frac{1}{3} (\Omega)。$

最终的简化电路如图 1-6 所示。

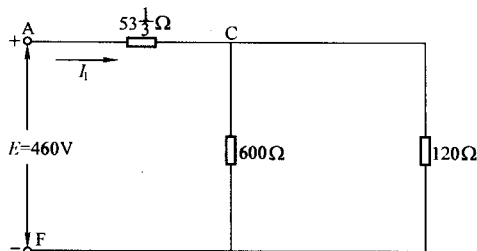


图 1-5 图 1-4 电路简化为简单的串并联布置

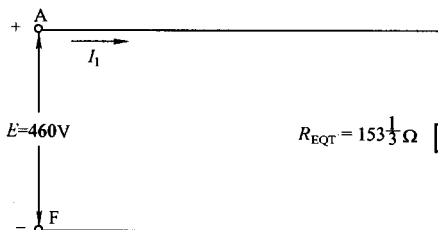


图 1-6 最终的简化电路

5. 用欧姆定律计算图 1-6 电路总的线电流

$I_1 = E/R_{EQT}$, 式中 I_1 为总的线电流, E 为线电压 (供电电压), R_{EQT} 为线电阻, 即从电源看去的等值电阻。代入各值得, $I_1 = E/R_{EQT} = 460/153 \frac{1}{3} = 3 (A)。$

6. 计算电路中每个电阻流过的电流和电压降

参见图 1-2 和图 1-4。分析 R_1 得 $I_1 = 3 (A)$ (计算步骤 5); $U_1 = U_{AB} = I_1 R_1 = 3 \times 20 = 60 (V)$; 对 R_2, R_3 和 R_4 , 有: $U_{BC} = U_2 = U_3 = U_4 = I_1 R_{BC} = 3 \times 33 \frac{1}{3} = 100 (V)$, $I_2 = I_3 = I_4 = 100/100 = 1 (A)$ 。因此, U_{CF} 可算得为: $U_{CF} = E - (U_{AB} + U_{BC}) = 460 - (60 + 100) = 300 (V)$ 。从 C 流向 G 和 F 的电流为 $300/600 = 0.5 (A)$ 。

基尔霍夫电流定律 (KCL) 的内容是, 流入电路任何节点 (即汇聚点) 的电流的代数和等于流出该节点 (即汇聚点) 的电流的代数和: $\sum I_{\text{流入}} = \sum I_{\text{流出}}$ 。将 KCL 用于节点 C, 得 $I_{12} = 3 - 0.5 = 2.5 (A)$ 。因此, $U_{12} = U_{CD} = I_{12} R_{12} = 2.5 \times 20 = 50 (V)$ 。

分压原理的内容是, 在串联电路中, 电阻 R_N 上的电压 U_N 等于总施加电压 U_T 与 R_N 的乘积除以串联电阻之和 R_{EQS} : $U_N = U_T R_N / R_{EQS}$ 。该公式表明, U_N 与 R_N 成正比, 于是 $U_{CG} = U_{GF} = 300 \times 300/600 = 150 (V)$ 。因此, $I_7 = I_8 = 150/600 = 0.25 (A)$, $U_7 = I_7 R_7 = 0.25 \times 200 = 50 (V)$, $U_8 = I_8 R_8 = 0.25 \times 400 = 100 (V)$, $I_{10} = I_{11} = 150/600 = 0.25 (A)$, $U_{10} = I_{10} R_{10} = 0.25 \times 400 = 100 (V)$, $U_{11} = I_{11} R_{11} = 0.25 \times 200 = 50 (V)$ 。

分流原理的内容是, 在含 N 个并联支路的电路中, 特定支路 R_N 的电流 I_N 等于施加电流 I_T 与并联电路等值电阻 R_{EQP} 的乘积除以 R_N , 即 $I_N = I_T R_{EQP} / R_N$ 。两个电阻 R_A 和 R_B 并联时, R_A 的电流 $I_A = I_T [R_B / (R_A + R_B)]$; R_B 的电流 $I_B = I_T [R_A / (R_A + R_B)]$ 。 R_A 与 R_B 相等时, $I_A = I_B = I_T/2$ 。参照图 1-2、图 1-3 和图 1-4 进行剩余计算: $R_5 // R_6 = R_7 + R_8 = 600 (\Omega)$ 。

根据前述公式, 流入并联组合 R_5 和 R_6 的电流值为 $I_5 + I_6 = 0.5/2 = 0.25 (A)$ 。 $I_5 =$

$0.25 \times (1500/2500) = 0.15 \text{ (A)}$, 而 $I_6 = 0.25 \times (1000/2500) = 0.10 \text{ (A)}$ 。可以用欧姆定律校核 U_5 和 U_6 值, 它们应等于前面算得的 U_{CG} 值 150V : $U_5 = I_5 R_5 = 0.15 \times 1000 = 150 \text{ (V)}$, 而 $U_6 = I_6 R_6 = 0.10 \times 1500 = 150 \text{ (V)}$ 。

流入节点 G 的电流等于 0.5A 。因为 $R_9 = R_{10} + R_{11}$, 所以 $I_9 = I_{10} = I_{11} = 0.5/2 = 0.25 \text{ (A)}$ 。根据欧姆定律, $U_9 = I_9 R_9 = 0.25 \times 600 = 150 \text{ (V)}$, $U_{10} = I_{10} R_{10} = 0.25 \times 400 = 100 \text{ (V)}$, $U_{11} = I_{11} R_{11} = 0.25 \times 200 = 50 \text{ (V)}$ 。这些值校核无误, 因为 $U_{GF} = U_9 = 150\text{V} = U_{10} + U_{11} = 100 + 50 = 150 \text{ (V)}$ 。

剩余的计算: $U_{DE} = I_{12} R_{DE} = 2.5 \times 48 = 120 \text{ (V)}$, $I_{13} = I_{14} = 120/240 = 0.5 \text{ (A)}$, $U_{13} = I_{13} R_{13} = 0.5 \times 200 = 100 \text{ (V)}$, $U_{14} = I_{14} R_{14} = 0.5 \times 40 = 20 \text{ (V)}$ 。因为 $U_{15} = U_{16} = U_{17} = U_{DE} = 120 \text{ (V)}$, 所以 $I_{15} = 120/100 = 1.2 \text{ (A)}$, $I_{16} = 120/200 = 0.6 \text{ (A)}$, $I_{17} = 120/600 = 0.2 \text{ (A)}$ 。

这些值校核无误, 因为流入节点 D 和流出节点 E 的电流都是 $I_{15} + I_{16} + I_{17} + I_{13,14} = 1.2 + 0.6 + 0.2 + 0.5 = 2.5 \text{ (A)}$ 。因为 $R_{18} = R_{19}$, 所以 $I_{18} = I_{19} = 2.5/2 = 1.25 \text{ (A)}$, 且 $U_{EF} = U_{18} = U_{19} = 2.5 \times 52 = 130 \text{ (V)}$ 。

基尔霍夫电压定律 (KVL) 的内容是, 一个闭合回路或路径上的电位上升与下降的代数和为零。这一定律也可表示为: $\sum U_{\text{rises}} = \sum U_{\text{drops}}$ 。进行最终校核, 得: $E = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DE} + U_{EF}$, 即 $460\text{V} = 60\text{V} + 100\text{V} + 50\text{V} + 120\text{V} + 130\text{V} = 460\text{V}$ 。

相关计算。任何可简化的直流电路, 即任何可简化为一个等值电阻的单电源电路, 无论如何复杂, 都可用类似前述步骤来求解。

1.2 直流网络的支路电流法

用支路电流法计算图 1-7 直流电路中流经每个电阻的电流。

计算步骤

1. 标注电路

标注所有节点 (图 1-8)。共 4 个节点, 用字母 A、B、C、D 表示。节点 A 是两个或更多电流路径的汇合点。支路是指一个或几个串联元件组成的一部分电路。图 1-8 含三个支路, 每个都是网络的电流路径。支路 ABC 由电源 E_1 和 R_1 串联组成, 支路 ADC 由电源 E_2 和 R_2 串联组成, 支路 CA 仅含 R_3 。为网络的每个支路明确标出任意方向的电流 (I_1, I_2, I_3)。根据电流的假定方向和无源符号惯例标出每个电阻的极性。电源端的极性是固定的, 因此与电流的假定方向无关。

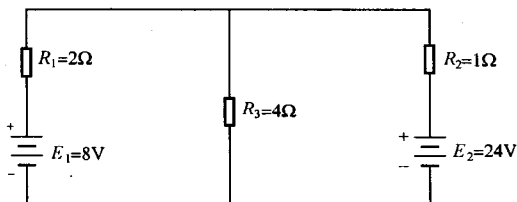


图 1-7 用支路电流法分析的电路

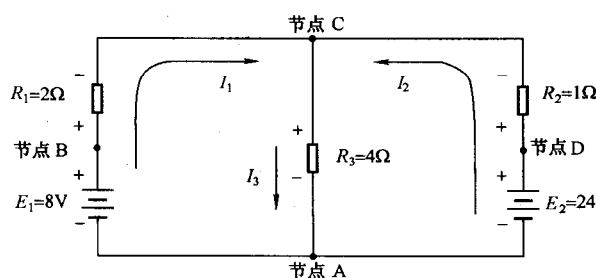


图 1-8 标注图 1-7 的电路

2. 将 KVL 和 KCL 用于网络

将 KVL 用于每个闭合回路。闭合回路是任意一个把几个支路连续连接的路径,我们可以循着该路径,不离开网络,从某个方向离开某一点前进最终又从另一方向回到出发点。

将 KVL 用于可包括所有支路电流的最少数量的节点,可得到环路 1 (ABCA): $8 - 2I_1 - 4I_3 = 0$; 环路 2 (ADCA): $24 - I_2 - 4I_3 = 0$ 。将 KCL 用于节点 C: $I_1 + I_2 = I_3$ 。

3. 解方程

上述 3 个方程联立可用消元法或使用三阶行列式求解。其解为 $I_1 = -4\text{A}$, $I_2 = 8\text{A}$, $I_3 = 4\text{A}$ 。 I_1 的负号表示电流的实际方向与假定方向相反。

相关计算。上述计算步骤是将基尔霍夫定律用于不可化简电路。使用前节的方法不能解这类电路,因为它含有两个电源。支路电流一旦确定,其他量如电压和功率就都可以计算了。

1.3 直流网络的网孔法

用网孔法计算图 1-9 电路中每个电阻流过的电流。

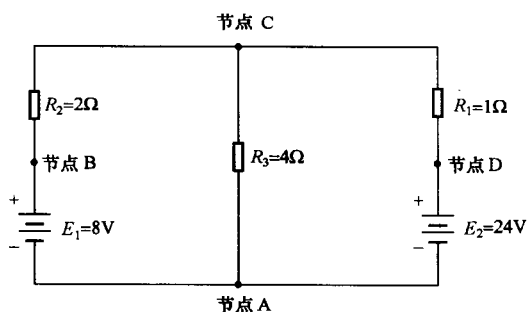


图 1-9 用网孔法分析的电路

计算步骤

1. 标注网孔或回路电流

使用术语“网孔”是因为网络的闭合回路与丝网栅格外观上很相似。我们可以把电路看成“窗框”,把网孔看成“窗口”。一个网孔是内部没有其他闭合路径的闭合路径。环路也是闭合路径,但环路内部可能有其他闭合路径。因此,所有网孔都是环路,但并不

非所有环路都是网孔。例如，由闭合路径 BCDAB（图 1-9）组成的环路不是网孔，因为它内部含两个闭合路径：BCAB 和 CDAC。

每个窗口的回路电流 I_1 和 I_2 画为顺时针方向（图 1-10）。回路电流（或网孔电流）

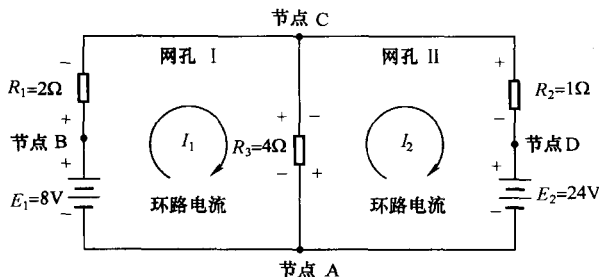


图 1-10 标注图 1-9 的电路

是为了更容易求得实际支路电流而假设的电流。所需的回路电流数量总是等于网络的窗口数。这可以确保得出的方程都相互独立。回路电流的方向可任意假定，但使它们都为顺时针方向可简化写方程的过程。

2. 在每个环路内标明极性

确认极性要与回路电流的假定方向及无源符号惯例相符。 R_3 两端的极性在两个回路电流下是相反的。 E_1 和 E_2 的极性与流过它们的回路电流方向无关。

3. 对每个网孔写出 KVL 方程

对每个网孔沿任意方向写出 KVL 方程。但按照与回路电流同一方向更为方便：网孔 I： $+8 - 2I_1 - 4(I_1 - I_2) = 0$ ；网孔 II： $-24 - 4(I_2 - I_1) - I_2 = 0$ 。

4. 解方程

解联立的两个方程得到如下结果： $I_1 = -4\text{A}$ ， $I_2 = -8\text{A}$ 。负号表示两个回路电流的方向都与假定方向相反，即它们都是逆时针方向。回路电流 I_1 为 4A，方向为 CBAC；回路电流 I_2 为 8A，方向为 ADCA。流过电阻 R_3 的回路电流 I_2 的实际方向是从 C 到 A。流过电阻 R_3 的回路电流 I_1 的实际方向是从 A 到 C。所以流过 R_3 的电流等于 $(I_2 - I_1)$ ，即 $8 - 4 = 4\text{A}$ ，方向为 CA。

相关计算。本方法也可解图 1-8 那样的网络。网孔法无需将 KCL 方程代入用 KVL 得出的方程。第一步写出的方程就可得到同样的结果。因此，网孔法比支路电流法更常使用。然而，应该指出，网孔法只适用于平面电路。

1.4 直流网络的节点法

用节点法计算流过图 1-11 直流电路各电阻的电流。

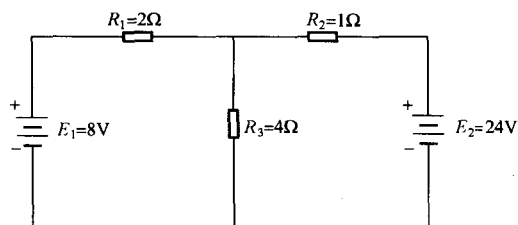


图 1-11 用节点法分析的电路

计算步骤

1. 标注电路

标注所有节点 (图 1-12)。一个节点 (节点 A) 选为参考节点。它可看作电路的接地点, 处于零电位或地电位。已知节点 B 和 D 的电位分别等于电源电压。节点 C 电压 (U_C) 为未知。

(U_C) 为未知。

假定 $U_C > U_B$, $U_C > U_D$ 。画出从 C 向参考节点流出的电流 I_1 、 I_2 和 I_3 。

2. 写出节点 C 的 KCL 方程

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

3. 应用欧姆定律将电流表示为回路电压

参见图 1-12: $I_1 = U_1/R_1 = (U_C - 8)/$

$2, I_2 = U_2/R_2 = (U_C - 24)/1, I_3 = U_3/R_3 = U_C/4$ 。

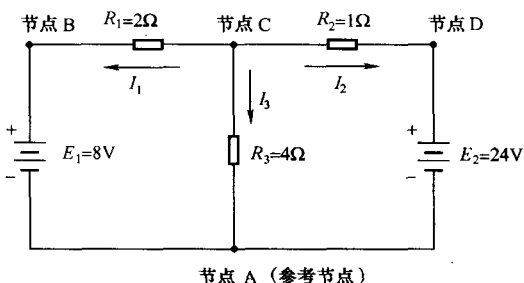


图 1-12 标注图 1-11 的电路

4. 代入步骤 2 的 KCL 方程

将步骤 3 得到的电流方程代入步骤 2 的 KCL 方程, 得 $I_1 + I_2 + I_3 = 0$, 即 $(U_C - 8)/2 + (U_C - 24)/1 + U_C/4 = 0$ 。因为唯一的未知量是 U_C , 解此简单方程可得 $U_C = 16V$ 。

5. 解所有电流

$I_1 = (U_C - 8)/2 = (16 - 8)/2 = 4A$ (实际方向); $I_2 = (U_C - 24)/1 = (16 - 24)/1 = -8 (A)$ 。负号表示 I_2 的方向并非假定方向 (从节点 C 流出), 而是流向节点 C; $I_3 = U_C/4 = 16/4 = 4 (A)$ (实际方向)。

相关计算。节点法在解网络问题时非常有用。用这一方法也可解图 1-7 和图 1-9 那样的电路。

1.5 用叠加定理理解直流网络

用叠加定理理解图 1-13 (a) 的直流网络中流过电阻 R_3 的电流。叠加定理的内容是, 在含多于 1 个电压源或电流源的线性网络中, 流过任一支路的电流等于各电源独立作用时产生电流的代数和。

计算步骤

1. 单独考虑 E_A 的作用 [图 1-13 (b)]

因为 E_B 无内电阻, 所以用短路替代电源 E_B (如有电流源, 用开路代替)。因此, $R_{TA} = 100 + (100 // 100) = 150 \text{ } (\Omega)$, $I_{TA} = E_A / R_{TA} = 30 / 150 = 200 \text{ (mA)}$ 。根据分流原理, $I_{3A} = 200 / 2 = 100 \text{ (mA)}$ 。

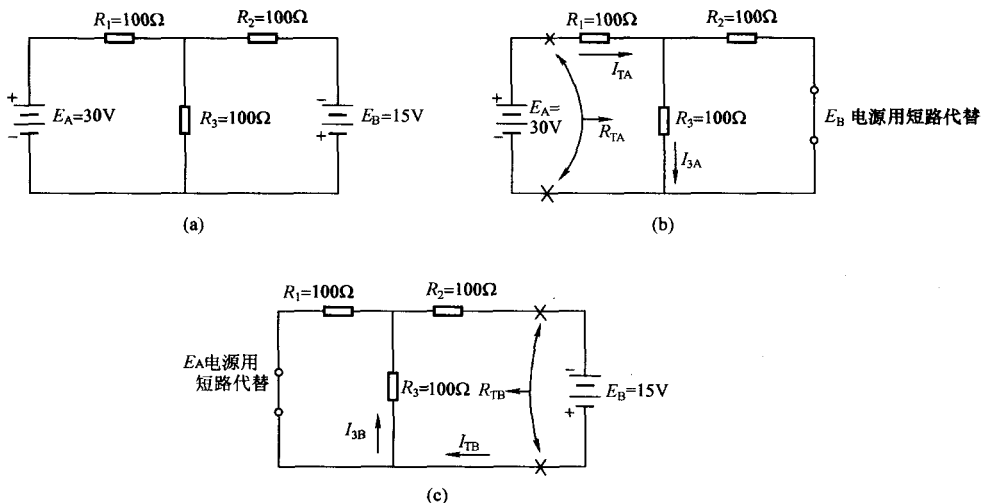


图 1-13 叠加定理的应用

(a) 确定 R_3 的电流; (b) E_A 的单独作用; (c) E_B 的单独作用

2. 单独考虑 E_B 的作用 [图 1-13 (c)]

因为 E_A 无内电阻, 所以用短路替代电源 E_A 。因此, $R_{TB} = 100 + (100 // 100) = 150 \text{ } (\Omega)$, $I_{TB} = E_B / R_{TB} = 15 / 150 = 100 \text{ (mA)}$ 。根据分流器原理, $I_{3B} = 100 / 2 = 50 \text{ (mA)}$ 。

3. 计算 I_3 值

用电流分量 I_{3A} 和 I_{3B} 的代数和可得到 I_3 的实际幅值和方向: $I_3 = I_{3A} - I_{3B} = 100 - 50 = 50 \text{ (mA)}$ (与 I_{3A} 同方向)。

相关计算。叠加定理可简化含不止一个电压源的线性网络求解。该原理也可用于既含交流也含直流电压源的网络。这一点将在本章后面的内容中讨论。

1.6 用戴维南定理理解直流网络

用戴维南定理计算图 1-14 (a) 的直流网络中流过电阻 R_L 的电流 I_L 。